



EKSPERTYZA TECHNICZNA

OCENA NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI DACHU BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 5 ZLOKALIZOWANEJ PRZY UL. KRÓLEWSKIEJ 4 W ZABRZU NA POTRZEBY WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ I TERMOMODERNIZACJI OBIEKTU

Nazwa i adres obiektu budowlanego:

**BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 5 W ZABRZU
UL. KRÓLEWSKA 4
41-800 ZABRZE**

Kategoria obiektu budowlanego:

IX – budynki szkolne i przedszkolne

Identyfikatory działek:

**247801_1.0012.AR_5.1184/6
247801_1.0012.AR_5.1182/4**

Obręb ewidencyjny:

247801_1.0012. OBRĘB: ZABRZE

Inwestor:

MIASTO ZABRZE

**z siedzibą władz w Urzędzie Miejskim, ul. Powstańców Śl. 5-7, 41-800 Zabrze
reprezentowane przez Prezydenta Miasta Zabrze
Agnieszka Rupniewską**

Imię i nazwisko opracowującego opinię:

Data i podpis:

MGR INŻ. WOJCIECH WITOS (nr tel.: 662-825-432)

Uprawnienia Budowlane w sp. konstrukcyjno-budowlanej:

Nr ewidencyjne:

nr uprawnień: **SLK/9585/PWBKb/21;**

zaświadczenie ŚOIIB: **SLK/BO/2134/21**

.....
07.11.2024 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. CZĘŚĆ OPISOWA (str. tytułowa, zawartość opracowania, opis techniczny)1-20
II. OŚWIADCZENIE OPRACOWUJĄCEGO O SPORZĄDZENIU OPINII ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI I ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ21
III. POTWIERDZENIE UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH PROJEKTANTA I ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZBY ZAWODOWEJ22-23

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. PRZEDMIOT (CEL) I ZAKRES OPRACOWANIA:

Przedmiotem opracowania jest sporządzenie ekspertyzy technicznej oceny nośności konstrukcji dachu budynku sali gimnastycznej Szkoły Podstawowej nr 5 w Zabrze oraz możliwości zwiększenia obciążenia konstrukcji uwzględniającego montaż instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku oraz wykonania termomodernizacji w postaci docieplenia pokrycia dachowego.

Celem opracowania jest weryfikacja możliwości montażu nowej instalacji na dachu budynków oraz wykonania nowych warstw pokrycia dachowego, które potencjalnie zwiększą obciążenie przekazywane na konstrukcję dachu budynku.

Zakres opracowania dla inwestycji obejmuje:

- › Opis rozwiązań technologicznych, konstrukcyjnych i wykończeniowych obiektu,
- › Opis stanu technicznego budynku,
- › Obliczenia statyczne,
- › Wnioski i zalecenia

Lokalizacja obiektu:

Szkoła Podstawowa nr 5
Ul. Królewska 4
41-800 Zabrze

2. PODSTAWY OPRACOWANIA DOKUMENTACJI

- › Zlecenie inwestora;
- › wizja lokalna na obiekcie, inwentaryzacja budowlana własna: metryczna i obiektu oraz najbliższego otoczenia;
- › dokumentacja fotograficzna;
- › dokumentacja archiwalna obiektu;
- › konsultacje z Inwestorem;

Podstawy prawne:

- › Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414) z późniejszymi zmianami;
- › Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami);
- › Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2020 poz. 1609 z późniejszymi zmianami);
- › Polskie Normy przedmiotowe;

Literatura:

- › [1]„Obliczanie konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie” J.Hoła, P.Pietraszek, J.Schabowicz;
- › [2]„Nowy poradnik majstra budowlanego” wyd. ARKADY, praca zbiorowa pod redakcją Janusza Panasa;
- › [3]„Nośność żużlobetonowych kanałowych płyt dachowych” J. Hulimka, red. Przegląd Budowlany nr 10/2008
- › [4]„Konstrukcje żelbetowe” J. Kobiak, W. Stachurski,
- › [5]„Podstawy projektowania konstrukcji metalowych” J. Żmuda, wyd. Arkady
- › [6]„Konstrukcje żelbetowe Tom I” J. Kobiak, W. Stachurski

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

3.1. Ogólny opis zagospodarowania:

Budynek objęty opracowaniem zlokalizowany jest na działkach nr ewid. 1184/6 i 1182/4 obręb Zabrze) na terenie Szkoły Podstawowej nr 5 przy ul. Królewskiej 4. Sala gimnastyczna znajduje się za budynkiem głównym szkoły w północno-zachodniej części działki 1184/6. Komunikacja pomiędzy szkołą a salą gimnastyczną prowadzona jest przez łącznik pomiędzy dwoma budynkami. Oprócz wskazanych budynków na obiekcie znajdują się również boisko sportowe, plac zabaw oraz utwardzony plac z nawierzchnią asfaltową. Wjazd na posesję (zjazd z ul. Królewskiej) znajduje się w południowo-zachodniej części działki. Teren jest ogrodzony i w pełni zagospodarowany. W części zagospodarowanej przestrzeni występuje zieleń niska, krzewy i drzewa.



Fot. 1 - Lokalizacja obiektów.

3.2. Budynek sali gimnastycznej – opis ogólny rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych:

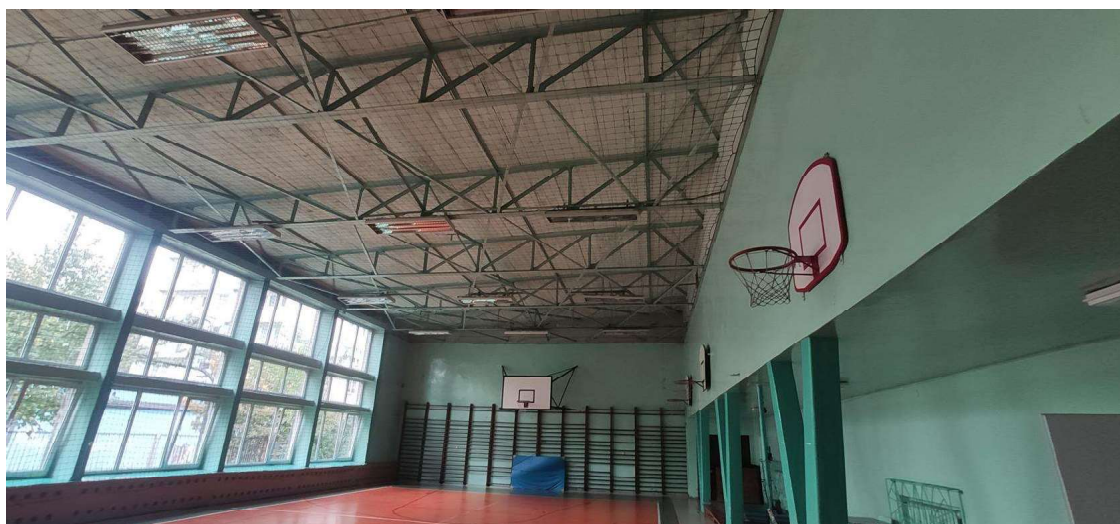


Fot. 2 – Budynek sali gimnastycznej – widok od str. wschodniej.

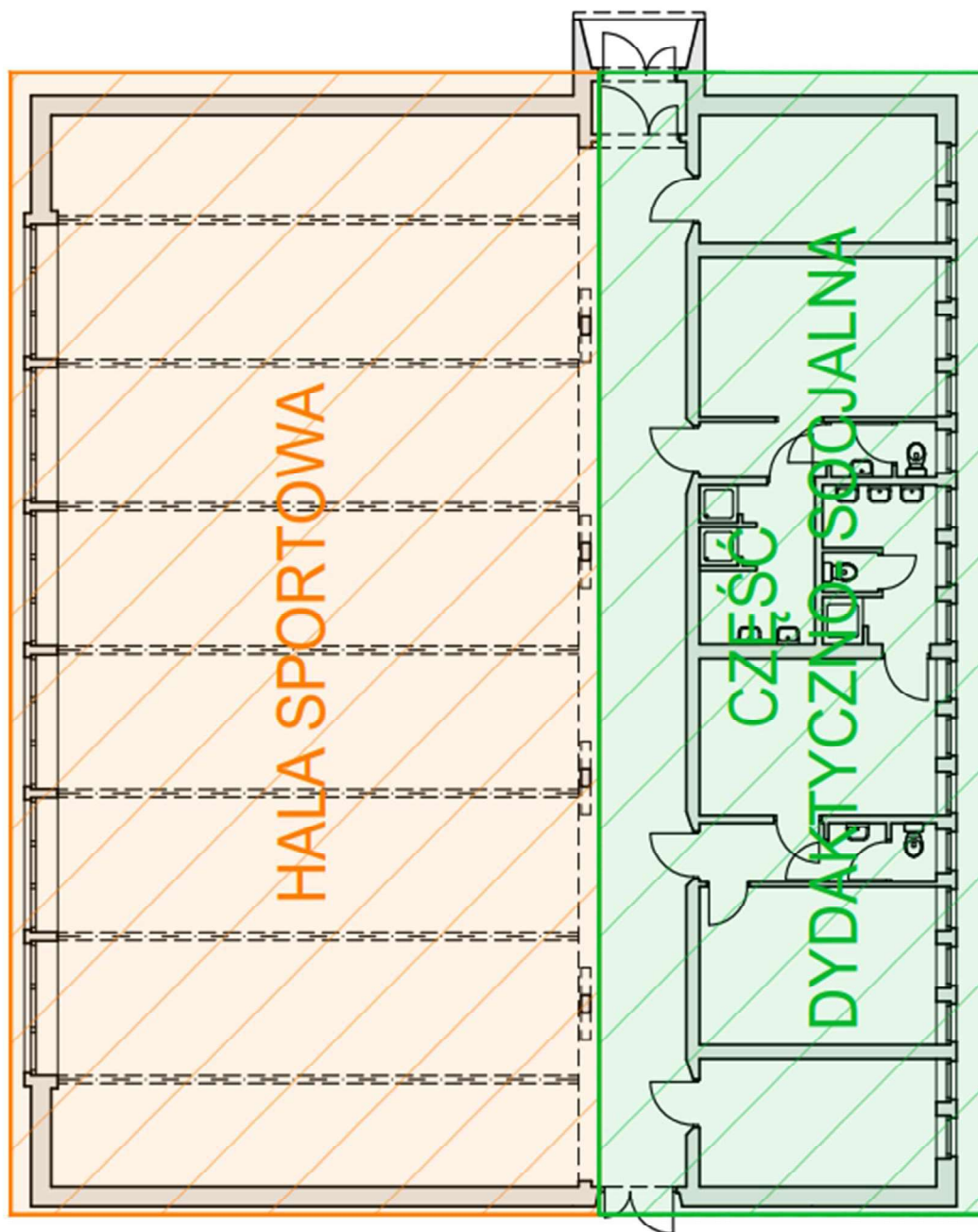
Budynek sali gimnastycznej jest obiektem dwukondygnacyjnym, niepodpiwniczonym wykonanym w konstrukcji mieszanej w części uprzemysłowionej. Posadowiony na ławach fundamentowych i stopach (pod słupami). Ściany nadziemna murowane najprawdopodobniej z cegły pełnej lub pustaków (nie wykonywano odkrywek w tym zakresie). W budynku wydzielić można dwie strefy różniące się pełnioną funkcją:

- a) Hala sportowa – zachodnia część budynku, w której znajduje się hala sportowa. Wysokość w świetle pomieszczenia wynosi od 6,05 m do 6,60 m. Konstrukcję zadaszenie hali stanowi siedem stalowych wiązarów kratowych o rozstawie osiowym równym 3,00 m, wspartych na słupach żelbetowych i ścianie nośnej budynku. Na konstrukcji stalowej oparto żużlobetonowe płyty kanałowe typu „bytomskiego”, które stanowią nośną podporę dla warstw pokrycia dachowego.
- b) Część dydaktyczno-socjalna – wschodnia, dwukondygnacyjna część budynku gdzie zlokalizowane są mniejsze salki gimnastyczne oraz pomieszczenia pomocnicze takie jak toalety, magazyny, szatnie i umywalnie. Na piętrze zlokalizowana jest również świetlica szkolna oraz toalety.

Ogólny stan techniczny budynku jest dobry. Nie stwierdza się spękań lub wychyleń ścian i stropów wskazujących na nieprawidłową pracę konstrukcji.



Fot. 3 – Hala sportowa sali gimnastycznej.



Rys. 1 – Podział funkcjonalny budynku sali gimnastycznej.

3.3. Układ konstrukcyjny dachu

Konstrukcję dachu sali gimnastycznej wykonano w technologii mieszanej.

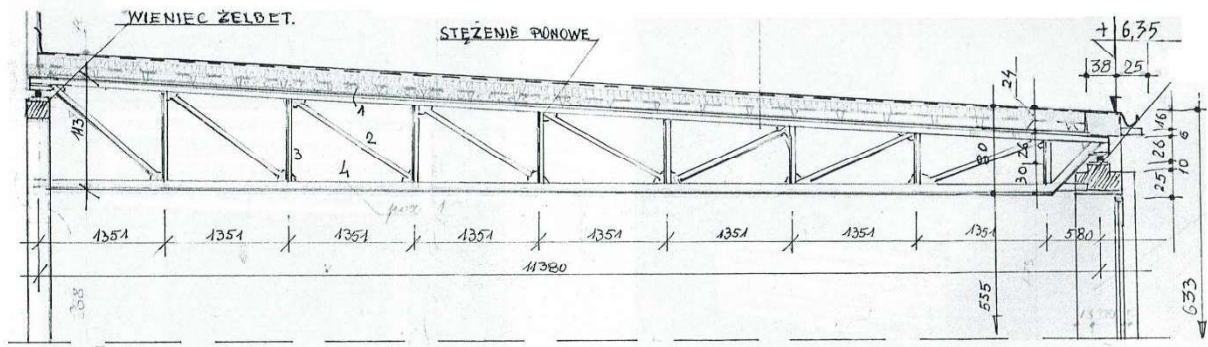
Nad częścią dydaktyczno-socjalną (w miejscu gdzie zlokalizowana jest świetlica budynku) wykonano stropodach monolityczny z wypełnieniem pustakami ceramicznymi Ackerman wys. 22 cm oraz nadbetonem gr. 4 cm. Zgodnie z założeniami dokumentacji archiwalnej (projektu budowlanego sali gimnastycznej) żebra stropu zbrojono naprzemiennie prętami $\varnothing 20$ mm i $\varnothing 22$ mm. Projekt przewidywał zastosowanie stali okrągłej o obliczeniowej granicy plastyczności $Q_r = 250$ MPa (odpowiadającej klasie ST3SX). Beton konstrukcyjny stropów projektowano jako marki 170, które jako wytrzymałość gwarantowaną betonu może zostać odniesione do dzisiejsze klasy C16/20. Rozstaw żeber stropu zgodnie z przyjętą technologią wynosi 31 cm.

Nad halą sportową zadaszenie wykonano w postaci żużlobetonowych płyt kanałowych typu „bytomskiego” gr. 10 cm o rozpiętości 3,00 m opartych na stalowych wiązarach kratowych.

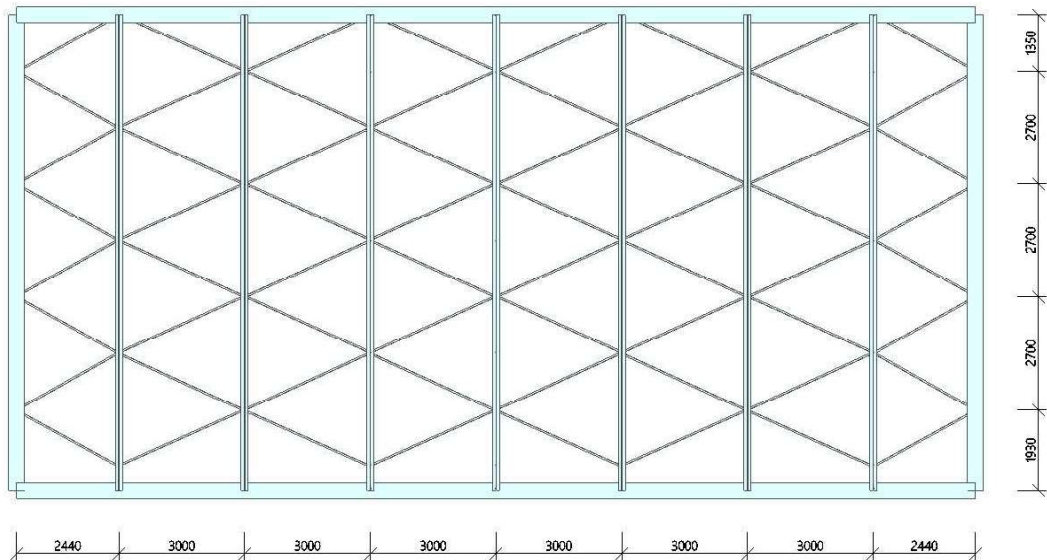
Konstrukcję stalową zaprojektowano do wykonania z materiału o dopuszczalnych naprężeniach w granicy 160 MPa. Schemat statyczny kratownicy przyjęto jako belka wolnopodparta wykonana z profili:

- pas górny: 2x L80x80x8 mm;
- pas dolny: 2x L75x75x7 mm;
- krzyżulce i słupki: 2x L45x45x5 mm;

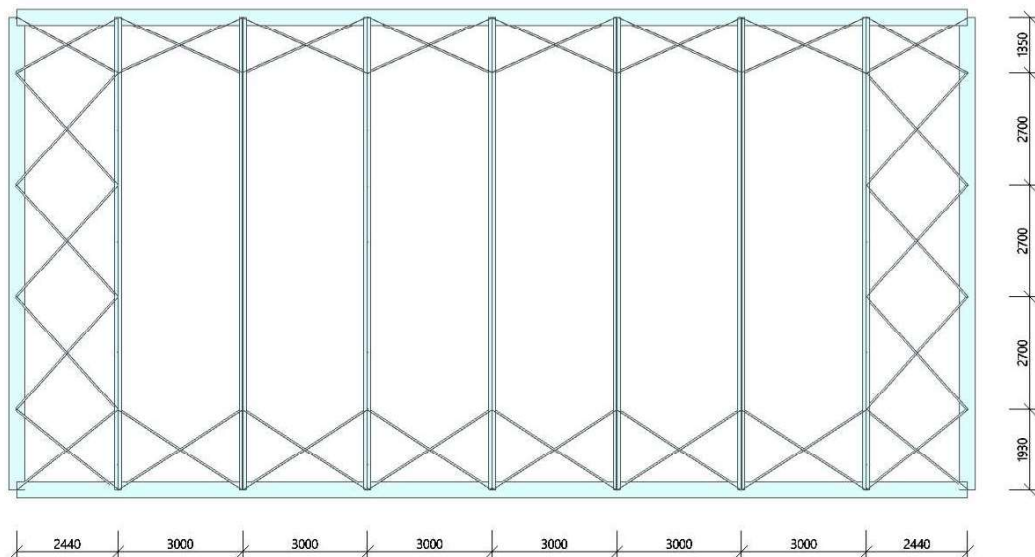
Ponadto całość konstrukcji stalowej usztywniona jest w pasie górnym i dolnym stężeniami w postaci profili L45x45x5 mm, które po obwodzie zakotwione są w murze.



Rys. 2 - Schemat więzara powtarzalnego.



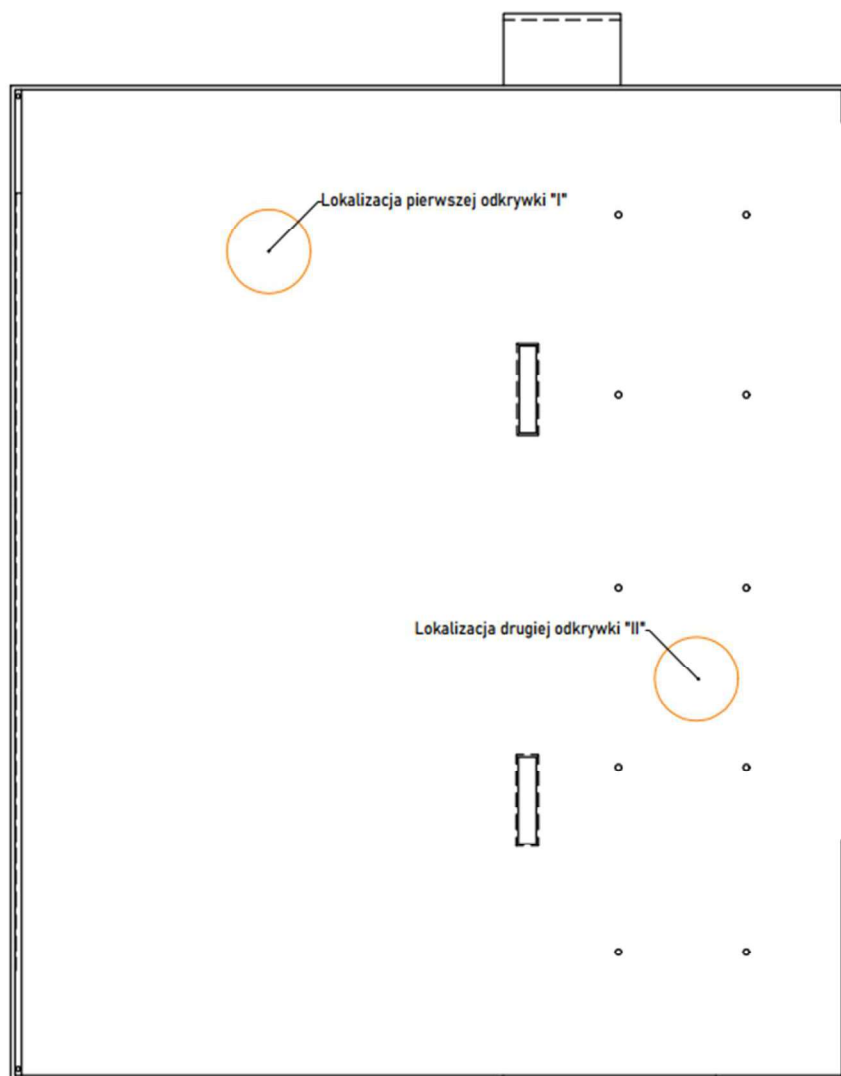
Rys. 3 - Układ stężeń dolnych.



Rys. 4 - Układ stężeń górnych.

3.4. Warstwy pokrycia dachowego

Aby określić rzeczywisty układ warstw wykończeniowych pokrycia dachowego przeprowadzono odkrywki w dwóch wybranych miejscach na dachu sali gimnastycznej wskazanych na poniższej grafice:



Rys. 5 - Rzut dachu - lokalizacja odkrywek.

Wybrano dwa miejsca, które zgodnie z dokumentacją archiwalną posiadają różny układ warstw wykończeniowych. Przed 2010 r. wykonano dodatkową warstwę w postaci styropapy gr. 10 cm ułożoną bezpośrednio na pierwotnie projektowanych warstwach. W miejscu lokalizacji pierwszej „I” odkrywki projektowano kolejno (od góry):

Tab. 1. Projektowy układ warstw miejscu pierwszej odkrywki		
Lp.	Warstwa	Grubość warstwy
1.	styropapa	10,0 cm
2.	2x papa na lepiku	0,5 cm
3.	szlichta cementowa	1,5 cm
4.	Suporex (pianobeton)	12,0 cm
5.	2x papa na lepiku	0,5 cm
	Suma:	24,5 cm

Rzeczywisty układ warstw wyglądał następująco:



- Styropapa gr. 10 cm:



- papa gr. 1 cm i szlichta cementowa gr. 5 cm:



- pianobeton gr. 12 cm i papa gr. 1 cm:



W rzeczywistości układ warstw pokrycia dachowego na hali sportowej kreuje się następująco:

Tab. 2. Rzeczywisty układ warstw miejscu pierwszej odkrywki		
Lp.	Warstwa	Grubość warstwy
1.	styropapa	10,0 cm
2.	2x papa na lepiku	1,0 cm
3.	szlichta cementowa	5,0 cm
4.	Suporex (pianobeton)	12,0 cm
5.	2x papa na lepiku	0,5 cm
	Suma:	28,5 cm

W przypadku drugiej „II” odkrywki warstwy pokrycia dachowego zaprojektowano jak niżej:

Tab. 3. Projektowany układ warstw miejscu drugiej odkrywki		
Lp.	Warstwa	Grubość warstwy
1.	styropapa	10,0 cm
2.	2x papa na lepiku	0,5 cm
3.	szlichta cementowa	1,5 cm
4.	suprema 2x5	10,0 cm
5.	2x papa na lepiku	0,5 cm
	Suma:	22,5 cm

Rzeczywisty układ prezentuje się następująco:

- Styropapa gr. 10 cm:



- Papa gr. 1 cm i szlichta cementowa gr. 4 cm:



- Płyty Suprema o łącznej grubości 10 cm i 2 x papa na lepiku gr. 1 cm:



Rzeczywisty układ warstw w miejscu drugiej odkrywki (część dydaktyczno-socjalna sali gimnastycznej):

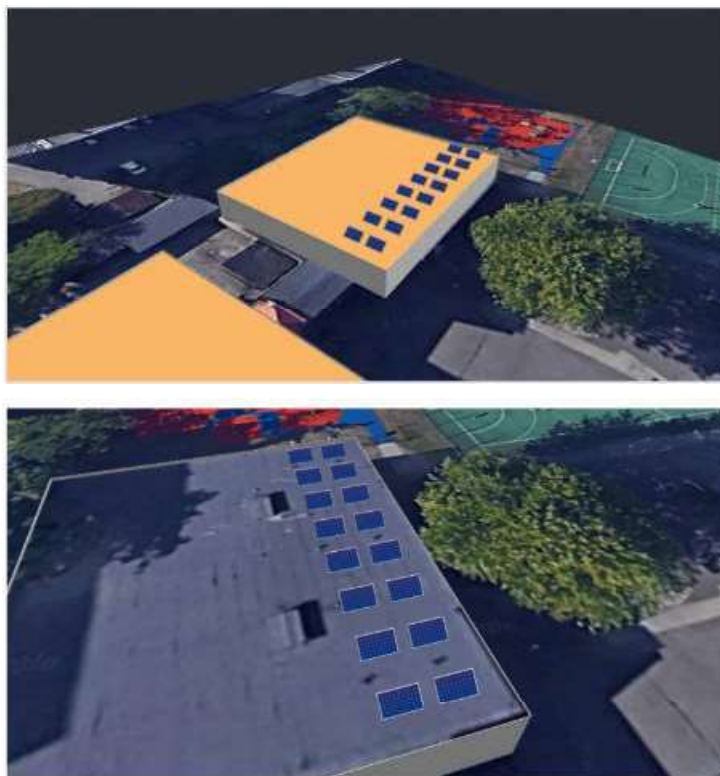
Tab. 4. Rzeczywisty układ warstw miejscu drugiej odkrywki		
Lp.	Warstwa	Grubość warstwy
1.	styropapa	10,0 cm
2.	2x papa na lepiku	1,0 cm
3.	szlichta cementowa	4,0 cm
4.	suprema 2x5	10,0 cm
5.	2x papa na lepiku	0,5 cm
	Suma:	25,5 cm

4. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

4.1. Instalacja fotowoltaiczna:

Opracowana na potrzeby modernizacji obiektu analiza wydajności instalacji fotowoltaicznej wykazała jako optymalną lokalizację paneli nad dachem części dydaktyczno-socjalnej. Do analizy nośności konstrukcji przyjęto nieinwazyjny sposób montażu instalacji tj. montaż podkonstrukcji aluminiowej do betonowych obciążników balastowych bez trwałego mocowania do konstrukcji stropu, która przerwałaby ciągłość warstw izolacyjnych pokrycia. Proponowane rozwiązanie jest korzystniejsze z uwagi na szczelność dachu, natomiast jest to technologia, która w większym stopniu obciąża konstrukcję budynku.

Jako wielkości wyjściowe do obliczeń przyjęto wartości charakterystyczne dla obciążenia instalacją tj. $q_k = 0,40 \text{ kN/m}^2$ odpowiadające uśrednionej wadze podkonstrukcji wraz z balastem ważącej ok. 75 kg/1 szt. panelu instalacyjnego.



Rys. 6. Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej.

4.2. Izolacja stropodachu:

Do niniejszej analizy przyjęto dwa warianty wykonania izolacji dachu. Pierwszy wariant zakłada pozostawienie istniejących warstw pokrycia dachowego w całości. Drugi wariant zakłada usunięcie wszystkich warstw niekonstrukcyjnych i zastąpienie ich styropianem EPS 200 grubości 30 cm krytego podwójną warstwą papy (podkładową i wierzchniego krycia).

5. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

5.1. Zestawienie obciążeń – hala sportowa:

stan istniejący – obciążenia stałe:

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Styropapa gr. 10 cm	0.195	[kN/m ²]	1.000	0.195	1.350	0.263
2	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	1.000	0.150	1.350	0.203
3	Szlichta cementowa gr. 5 cm	1.050	[kN/m ²]	1.000	1.050	1.350	1.418
4	ocieplenie pianobetonem gr. 12 cm	0.600	[kN/m ²]	1.000	0.600	1.350	0.810
5	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	1.000	0.150	1.350	0.203
6	Płyty dachowe typu "bytomskiego" gr. 10 cm	1.070	[kN/m ²]	1.000	1.070	1.350	1.445
					$g^k=3.215$	1.350	$g^d=4.340$

Wymiana warstw pokrycia dachowego (stan projektowany) – obciążenia stałe:

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Styropapa gr. 30 cm	0.285	[kN/m ²]	1.000	0.285	1.350	0.385
2	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	1.000	0.150	1.350	0.203
3	Płyty dachowe typu "bytomskiego" gr. 10 cm	1.070	[kN/m ²]	1.000	1.070	1.350	1.445
					$g^k=1.505$	1.350	$g^d=2.032$

Instalacja fotowoltaiczna

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Instalacja fotowoltaicz.	0.400	[kN/m ²]	1.000	0.400	1.350	0.540
					$g^k=0.400$	1.350	$g^d=0.540$

Obciążenie użytkowe

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Obciążenie użytkowe	0.400	[kN/m ²]	1.000	0.400	1.500	0.600
					$p^k=0.400$	1.500	$p^d=0.600$

Obciążenie śniegiem

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Obciążenie śniegiem	0.720	[kN/m ²]	1.000	0.720	1.500	1.080
					$s^k=0.720$	1.500	$s^d=1.080$

5.2. Zestawienie obciążeń stałych – część dydaktyczno-socjalna:

Uwaga: obciążenia stałe przeliczono na 1mb żeberka stropu szerokości 31 cm

stan istniejący – obciążenia stałe:

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Styropapa gr. 10 cm	0.195	[kN/m ²]	0.310	0.060	1.350	0.082
2	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	0.310	0.047	1.350	0.063
3	Szlichta cementowa gr. 4 cm	0.840	[kN/m ²]	0.310	0.260	1.350	0.352
4	Suprema gr. 10 cm	0.450	[kN/m ²]	0.310	0.140	1.350	0.188
5	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	0.310	0.047	1.350	0.063
6	Strop Ackerman 22+4 cm	3.310	[kN/m ²]	0.310	1.026	1.350	1.385
	Tynk cem.-wap. gr. 1,5 cm	0.315	[kN/m ²]	0.310	0.098	1.350	0.132
					$g^k_4=1.677$	1.350	$g^d_4=2.196$

Wymiana warstw pokrycia dachowego (stan projektowany) – obciążenia stałe:

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Styropapa gr. 30 cm	0.285	[kN/m ²]	1.000	0.285	1.350	0.385
2	2x papa na lepiku	0.150	[kN/m ²]	1.000	0.150	1.350	0.203
3	Płyty dachowe typu "bytomskiego" gr. 10 cm	1.070	[kN/m ²]	1.000	1.070	1.350	1.445
					$g^k_5=1.505$	1.350	$g^d_5=2.032$

Instalacja fotowoltaiczna

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Instalacja fotowoltaicz.	0.400	[kN/m ²]	0.310	0.124	1.350	0.167
					$g^k_6=0.124$	1.350	$g^d_6=0.167$

Obciążenie użytkowe

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Obciążenie użytkowe	0.400	[kN/m ²]	0.310	0.124	1.500	0.186
					$p^k_2=0.124$	1.500	$p^d_2=0.186$

Obciążenie śniegiem

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Obciążenie śniegiem	0.720	[kN/m ²]	0.310	0.223	1.500	0.335
					$s^k_8=0.223$	1.500	$s^d_8=0.335$

6. NOŚNOŚĆ OBLICZENIOWA STROPODACHU – CZĘŚĆ DYDAKTYCZNO-SOCJALNA:

Dane wymiarowe:

$$\begin{aligned}l_{\text{eff}} &: 1,05 \times 7,25 = 7,62 \text{ m} \\t' &: 4 \text{ cm} \\h &: 22 + 4 - 3 = 23 \text{ cm} \\b &: 31 \text{ cm}\end{aligned}$$

Rzeczywiste zbrojenie stropu (naprzemiennie $\phi 20\text{mm}$ i $\phi 22\text{mm}$):

$$F_R = (3,14 + 3,80) \div 2 = 3,47 \text{ cm}^2$$

Przewidywane warianty obciążenia - obciążenia obliczeniowe:

Kombinacja 1: obc. stałe (stan istniejący) + obciążenie użytkowe + śnieg + fotowoltaika
 $q_1 = 2,196 + 0,186 + 0,335 + 0,167 = 2,88 \text{ kN/m}$

Kombinacja 2: obc. stałe (stan projektowany) + obciążenie użytkowe + śnieg + fotowoltaika
 $q_2 = 2,032 + 0,186 + 0,335 + 0,167 = 2,72 \text{ kN/m}$

Momenty zginające dla poszczególnych żeber i ich kombinacji:

$$\begin{aligned}M_{\text{Ed},1} &= 2,88 \times 7,25^2 \div 8 = 18,92 \text{ kNm}, \\M_{\text{Ed},2} &= 2,72 \times 7,25^2 \div 8 = 17,87 \text{ kNm},\end{aligned}$$

Naprężenia występujące w przekroju:

$$\begin{aligned}A_1 &= 18,92 \times 10^5 \div (31 \times 23^2 \times 135) = 0,85 \text{ MPa}, \\A_2 &= 17,87 \times 10^5 \div (31 \times 23^2 \times 135) = 0,81 \text{ MPa},\end{aligned}$$

Stopień zbrojenia:

$$\begin{aligned}\mu_1 &= 0,48\% \\ \mu_2 &= 0,46\%\end{aligned}$$

Obliczeniowa powierzchnia zbrojenia w przekroju:

$$\begin{aligned}F_1 &= 0,0048 \times 31 \times 23 = 3,42 \text{ cm}^2 > 3,47 \text{ cm}^2 = F_R \text{ Warunek spełniony} \\ F_2 &= 0,0046 \times 31 \times 23 = 3,28 \text{ cm}^2 > 3,47 \text{ cm}^2 = F_R \text{ Warunek spełniony}\end{aligned}$$

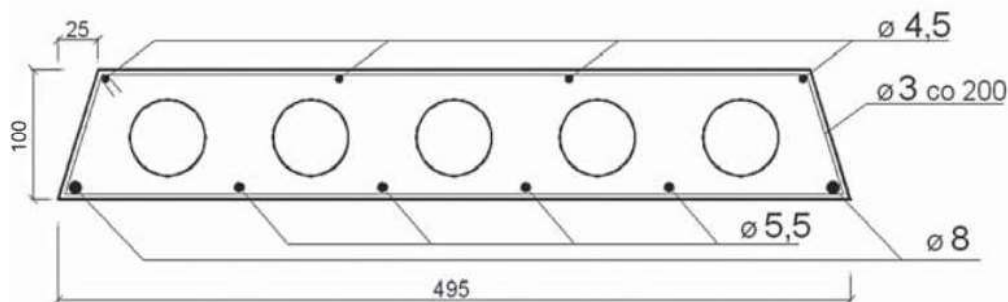
Podsumowując:

Zarówno dla kombinacji pierwszej (bez zmiany warstw pokrycia) jak i drugiej (z wymianą pokrycia dachowego na styropapę gr. 30 cm) **dopuszczalne jest wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku ponad częścią dydaktyczno-socjalną.**

7. NOŚNOŚĆ OBLICZENIOWA STROPODACHU – HALA SPORTOWA:

7.1. Kanałowe płyty stropowe typu „bytomskiego”

Pokrycie dachowe hali sportowej wykonano z żużłobetonowych płyt kanałowych powszechnie nazywanych „płytami bytomskimi” występującymi w trzech typach oznaczonych jako 200, 250 i 300 o długości mierzonej w osiach kolejno 2,00 m, 2,50 m oraz 3,00 m i szerokości 0,495 m. W przypadku budynku sali gimnastycznej mamy do czynienia z płytami o rozstawie osiowym 3,00 m, które wykonywane były w grubości 10 cm.



Rys. 7. Nominalny przekrój poprzeczny płyty.

Problem z określeniem rzeczywistej nośności korytkowych płyt żużłobetonowych wiąże się z brakiem dochowania odpowiedniego reżimu technologicznego, który jak wynika z przeprowadzonych badań[3] był powszechnym zjawiskiem przy ich produkcji. Wśród najczęstszych nieprawidłowości występujących przy ich produkcji można wskazać niestaranność w układaniu zbrojenia – bez zachowania jego ortogonalności i z bardzo zaniżoną, a często niemal zerową otuliną. Współpraca żużłobetonu z gładką stalą zbrojeniową charakteryzuje się stosunkowo niską przyczepnością gdzie ww. nieprawidłowości dodatkowo potęgują to zjawisko.

Ponadto wyniki testów zniszczeniowych płyt kanałowych[3] dowiodły niemalże jednoczesne wyczerpanie nośności z osiągnięciem stanu granicznego ugięć. Oznacza to, że zniszczenie płyt następuje w sposób nagły, poprzez pojawienie się i znaczne rozwarście pojedynczej rysy poprzecznej, co skutkuje gwałtowną utratą sztywności elementu i bardzo szybkim przyrostem ugięć przy statym obciążeniu (tzw. płynięcie elementu). Minimalna dopuszczalna przez *normę PN-56/B-03260. Konstrukcje żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie* marka betonu konstrukcyjnego charakteryzowała się gwarantowaną wytrzymałością na ściskanie równą 5 MPa, gdzie jak wykazały badania laboratoryjne niejednokrotnie wytrzymałość materiału była zbliżona do dolnej granicy. W ramach przeprowadzonej analizy obliczono teoretyczną nośność płyt bytomskich. Dla betonu marki 50 (5 MPa) maksymalny moment zginający mógł wynosić **2,99 kNm**. Porównując to z istniejącymi i projektowanymi wartościami warstw wykończeniowych i wynikających z tego obciążeń mamy do czynienia z następującymi wielkościami:

Przewidywane warianty obciążenia obliczeniowe:

Kombinacja 1: obc. stałe (stan istniejący) + obciążenie użytkowe + śnieg

$$q_1 = (4,340 + 0,600 + 1,080) \times 0,495 = 2,98 \text{ kN/m}$$

Kombinacja 2: obc. stałe (stan projektowany) + obciążenie użytkowe + śnieg

$$q_2 = (2,032 + 0,600 + 1,080) \times 0,495 = 1,84 \text{ kN/m}$$

Kombinacja 3: obc. stałe (stan istniejący) + obciążenie użytkowe + śnieg + fotowoltaika

$$q_3 = (4,340 + 0,600 + 1,080 + 0,540) \times 0,495 = 3,25 \text{ kN/m}$$

Kombinacja 4: obc. stałe (stan projektowany) + obciążenie użytkowe + śnieg + fotowoltaika

$$q_4 = (2,032 + 0,600 + 1,080 + 0,540) \times 0,495 = 2,10 \text{ kN/m}$$

Wartość momentów zginających występujących w płycie:

$$M_{Ed,1} = 2,98 \times 3,00^2 \div 8 = 3,35 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,2} = 1,84 \times 3,00^2 \div 8 = 2,07 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,3} = 3,25 \times 3,00^2 \div 8 = 3,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,4} = 2,10 \times 3,00^2 \div 8 = 2,36 \text{ kNm}$$

Dla powyższych wartości warunek spełniony jest jedynie dla przypadku 2 i 4 tj. uwzględniających usunięcie istniejących warstw niekonstrukcyjnych pokrycia dachowego i zastąpienie ich styropianem gr. 30 cm (lub mniejszej) krytym dwiema warstwami papy. W przypadku wariantu 4 dodatkowo uwzględniono obciążenie instalacją fotowoltaiczną. Jak wynika z kombinacji obciążeń maksymalny obliczeniowy moment zginający w przypadku wymiany pokrycia i instalacji fotowoltaicznej jest mniejszy niż obciążenie dachu w stanie istniejącym. **W przypadku podjęcia decyzji o wyposażeniu budynku w instalację PV w tej części dachu konieczna jest wymiana warstw izolacyjnych pokrycia na lżejsze o sumarycznym ciężarze (wraz z instalacją) mniejszą niż obecnie zastosowanych.**

7.2. Nośność stalowych wiązarów kratowych

Przyjęta w obliczeniach konstrukcyjnych projektu budowlanego sali gimnastycznej wytrzymałość stali konstrukcyjnej, z której projektowano wiązary stalowe charakteryzowała się maksymalnymi dopuszczalnymi naprężeniami w granicy 160 MPa. Przeprowadzone obliczenia uwzględniają analogiczny jak w przypadku projektu schemat statyczny tj. kratownicę swobodnie podpartą usztywnioną dolną i górną warstwą stężeń dachowych. Dodatkowo uwzględnione zostaną efekty drugiego rzędu takie jak wyboczenie pręta, które w rzeczywistości potęgują wartości sił wewnętrznych oddziaływujących na elementy kratownicy. Do analizy przyjęto dwa warianty obciążenia konstrukcji dachu:

Wariant I – stan istniejący (niezmienione warstwy pokrycia dachowego)

gdzie na kombinację obciążeń składają się wartości obliczeniowe obciążeń:

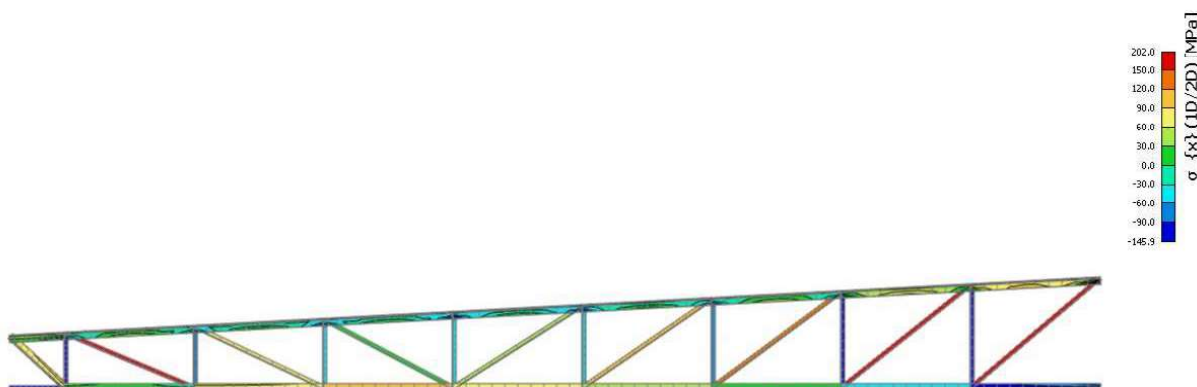
- obciążenie stałe: $g^d_1=4,340 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie użytkowe: $p^d_1=0,600 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem: $s^d_1=1,080 \text{ kN/m}^2$

Wariant II – stan projekty (zmienione warstwy pokrycia dachowego + instalacja PV)

gdzie na kombinację obciążeń składają się wartości obliczeniowe obciążeń:

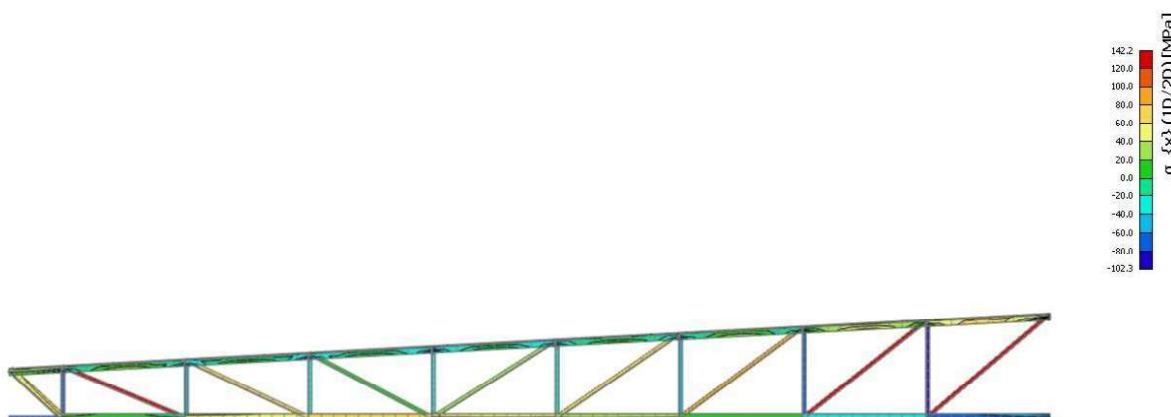
- obciążenie stałe: $g^d_2=2,032 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie użytkowe: $p^d_1=0,600 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem: $s^d_1=1,080 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie inst. PV: $g^d_3=0,540 \text{ kN/m}^2$

Wartości naprężeń w poszczególnych prętach więzarów przedstawiono na poniższych grafikach:



Rys. 8. Naprężenia w przekroju prętów stalowych występujących przy obciążeniach wariantu I.

Dla zestawienia obciążeń przyjętych w wariantcie I maksymalne naprężenia w przekroju równe 202 MPa przekraczają wartość dopuszczalną dla stali, z której wykonano więzary stalowy. Zjawisko to występuje w skrajnych krzyżulcach więzara stalowego. Spowodowane jest to wcześniej wspomnianym wyboczeniem pręta w przypadku występowania maksymalnych obliczeniowych wartości obciążeń.



Rys. 9. Naprężenia w przekroju prętów stalowych występujących przy obciążeniach wariantu II.

W przypadku odciążenia konstrukcji stropu poprzez zamianę warstw wykończeniowych dachu na lżejsze w postaci styropianu gr. 30 cm i papy, wartości naprężeń w przekrojach (142,2 MPa) mieszczą się w dopuszczalnych. Dodatkowo jest to wariant, który w zestawieniu obciążeń również przewiduje ciężar instalacji fotowoltaicznej.

Rzeczywiste warstwy pokrycia dachowego różnią się od pierwotnie projektowanych (dodatkowa warstwa styropapy, szlichta cementowa gr. 5 cm zamiast 1,5 cm, grubsza warstwa papy). Dodatkowo na potrzeby niniejszej analizy uwzględniono rekomendowane przez normę *PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcję, Część 1-1: Oddziaływania ogólne, ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach* obciążenie użytkowe dachu o wartości 0,40 kN/m² odzwierciedlające użytkowanie dachu bez dostępu, za wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw. Przy wartościach charakterystycznych obciążenia tj. nie uwzględniających częściowych współczynników bezpieczeństwa maksymalna wartość naprężeń w elementach kratownicy mieści się w granicy 133 MPa czyli jest mniejsza od dopuszczalnej wartości równej 160 MPa. Biorąc pod uwagę iż konstrukcja analizowana jest w stanie istniejącym (po wzniesieniu) charakterystyczne wartości obciążenia są bliższe rzeczywistym. Stąd też można się spodziewać w dalszym ciągu poprawnego charakteru pracy konstrukcji bez występowania stanów przedawaryjnych. zaleca się jednak podczas prowadzenia okresowych kontroli stanu technicznego obiektu zwrócić szczególną uwagę na właściwą geometrię krzyżulców więzarów stalowych.

8. WNIOSKI I ZALECENIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy polegającej na porównaniu zgromadzonych informacji o stanie istniejącym oraz o zamierzeniach Inwestora, oraz wzięwszy pod uwagę wymienione w niniejszym opracowaniu dane wyjściowe, opis konstrukcji i stan techniczny istniejących zabudowań można wysnuć następujące wnioski końcowe:

- › budynek jest w stanie dobrym. Konstrukcja nośna stropodachu w części socjalno-dydaktycznej **pozwala na przeniesienie dodatkowych obciążeń w postaci instalacji fotowoltaicznej z zastosowaniem bezinwazyjnego sposobu montażu tj. poprzez dociążenie balastem. Ciężar instalacji wraz z dodatkowym obciążeniem nie powinna przekraczać wartości 40 kg/m².**
- › **w przypadku ewentualnie planowanej instalacji fotowoltaicznej nie dopuszcza się przekroczenia wartości obciążenia większych niż przyjętych w niniejszej analizie. W przypadku zastosowania technologii generującej większe obciążenia należy przeprowadzić odrębną analizę jego wpływu na konstrukcję.**
- › Konstrukcja dachu nad halą sportową **nie powinna być dodatkowo dociążana.** W świetle obecnie obowiązujących norm i współczynników bezpieczeństwa ich nośność jest niewystarczająca na przenoszenie już występujących obciążeń i tym samym nie powinno się zwiększać ich wyteżenia. **Warunkiem wykorzystania połaci dachowej pod nowe instalacje jest odciążenie stropu polegające na usunięciu istniejących warstw niekonstrukcyjnych i zamienienie ich na sumarycznie lżejsze od istniejących.**
- › **Z uwagi na specyficzny charakter zniszczeń żużłobetonowych płyt kanałowych podczas prowadzenia okresowych kontroli stanu technicznego obiektu należy zwracać szczególną uwagę ich kondycję. Szczególnymi oznakami nadmiernego wyteżenia elementów są nienormatywne ugięcia płyt lub poprzeczne zarysowania przekroju.**
- › rozpatrywane obiekty wznoszone był w okresie obowiązywania norm projektowych o mniejszych współczynnikach bezpieczeństwa co w konsekwencji może powodować do wystąpienia sytuacji kiedy to prawidłowo zaprojektowana konstrukcja nie spełnia wymogów obecnie obowiązującym kryteriom nośności. Ponadto okres wznoszenia budynku charakteryzował się cyklicznymi niedoborami materiałów budowlanych w związku z czym obliczenia projektowe starano się maksymalnie optymalizować i tym samym pozostawiano minimalne zapasy nośności.
- › planowana inwestycja nie ingeruje w elementy konstrukcyjne w postaci przebudowy, usuwania elementów lub tym podobnych.

II. OŚWIADCZENIE OPRACOWUJĄCEGO OPINIĘ

MGR INŻ. WOJCIECH WITOS

Uprawnienia Budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej:

Nr ewidencyjne:

nr uprawnień: **SLK/9585/PWBKb/21;**

zaświadczenie ŚOIIB: **SLK/BO/2134/21**

FUNKCJA: OPINIUJĄCY

EKSPERTYZA TECHNICZNA

**OCENA NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI DACHU BUDYNKU SALI
GIMNASTYCZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 5 ZLOKALIZOWANEJ
PRZY UL. KRÓLEWSKIEJ 4 W ZABRZU NA POTRZEBY WYKONANIA
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ I TERMOMODERNIZACJI OBIEKTU**

Nazwa i adres obiektu budowlanego:

**BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 5 W ZABRZU
UL. KRÓLEWSKA 4
41-800 ZABRZE**

Kategoria obiektu budowlanego:

IX – budynki szkolne i przedszkolne

Identyfikatory działek:

247801_1.0012.AR_5.1184/6

247801_1.0012.AR_5.1182/4

Obręb ewidencyjny:

247801_1.0012. OBRĘB: ZABRZE

Inwestor:

MIASTO ZABRZE

**z siedzibą władz w Urzędzie Miejskim, ul. Powstańców Śl. 5-7, 41-800 Zabrze
reprezentowane przez Prezydenta Miasta Zabrze**

Agnieszka Rupniewską

**została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami
i zasadami wiedzy technicznej.**

**Opracowana dokumentacja zostaje wydana kompletna z punktu widzenia celu,
któremu służy.**

MGR INŻ. WOJCIECH WITOS

Podpis

Data: 07.11.2024 r.